

A Cor e a Visão Humana

Por: Mike Bueno



Artigo produzido para Editora Dental Press

Os seres humanos são observadores que ultrapassam qualquer instrumento de análise de imagens. O julgamento é realizado em contexto, por um processo psíquico-físico sem paralelos, chamado de percepção.

As habilidades do cérebro para lidar com as imagens, como autofoco, medição de luz e equilíbrio de branco, estão em um nível de sofisticação com o qual os projetistas de câmeras fotográficas digitais só podem sonhar. Processos visuais mais básicos, até mesmo os corriqueiros reconhecimentos de objetos são condições sofisticadíssimas comparadas aos recursos de computação atuais.

Não haveria nenhuma visão sem o cérebro. As informações visuais direcionadas para o cérebro passam por uma análise espacial e, em seguida, são interpretadas de acordo com o seu impacto emocional. O cérebro organiza então a produção de imagens realizadas pelo olho, utilizando dois caminhos distintos: o espacial e o interpretativo.

- O caminho espacial é dedicado a localizar objetos e os seus devidos movimentos. Ele controla o sistema motor da visão em suas interações físicas com o meio externo, através das percepções em terceira dimensão.

- O caminho interpretativo é dedicado a identificar os objetos localizados e os seus devidos significados. Toca áreas do cérebro envolvidas com comunicação, memória e emoção, sobre as informações proporcionadas pelos olhos e quais as devidas implicações para a sobrevivência. Então são formulados planos e, finalmente, são implementadas ações.

O olho

O olho humano é a última ligação na cadeia de visão e cor. O olho humano tem dois componentes simples na porção anterior. A córnea é o elemento dianteiro, ou exterior e, a lente, a parte logo atrás, ou elemento interno. A quantidade de luz que entra no olho é controlada pela íris, disposta entre os dois. A imagem passa por um gel claro chamado de humor vítreo e é projetada de forma invertida na retina, localizada na parte de trás do globo ocular.

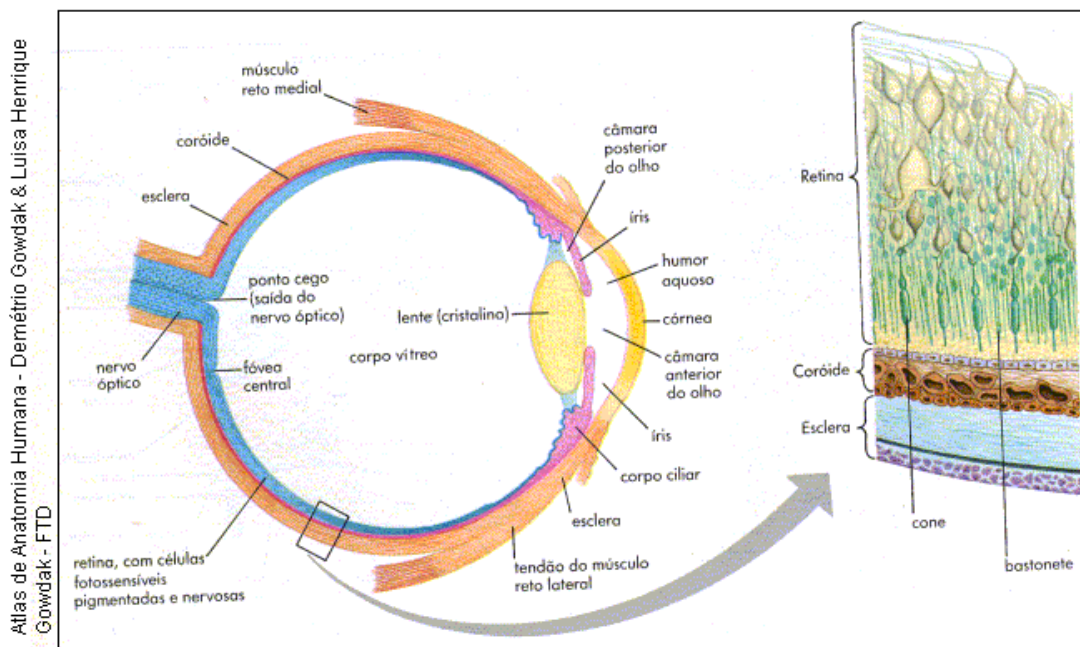


Figure 1 (Desenho do olho)

A retina é a parte sensível do olho. Sua superfície é coberta com milhões de fotorreceptores que sentem a presença de luz e passam sinais elétricos para o nervo óptico

estimular o cérebro. Há dois tipos de fotorreceptores, os cones e os bastonetes. Dentro da retina, cones são sensibilizados para perceber cores e brilho. Bastonetes percebem só o brilho, sendo sensíveis a baixíssimos níveis de luz, mas são monocromáticas e não podem captar cor. É por causa disto que, em níveis muito baixos de luz, os humanos vêem as imagens em preto e branco. Apenas os cones são sensíveis a cores, sendo que tanto os cones e bastonetes são sensíveis ao brilho. Nós percebemos então muito mais o brilho do que as cores. Portanto se um dentista errar um pouco a cor será ruim, mas se errar um pouco o brilho será muito pior, um desastre. O que determina o brilho em um dente, coroa ou restauração é: convexidade, sulcos, macro / micro textura, camada de revestimento transparente e todas as outras condições que podem refletir uma quantidade maior ou menor de luz.

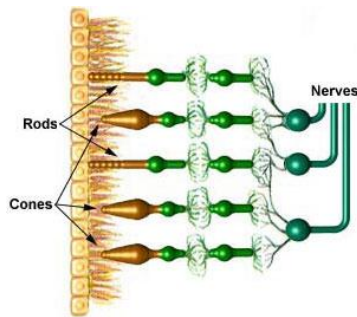


Figure 2 (Sistemas de cones e bastonetes)

A retina contém três tipos de cones, que respondem a comprimentos de ondas luminosas diferentes. Resumidamente, há cones sensíveis ao vermelho, verde e azul (*RGB*), descrevendo a sensibilidade espectral do olho.

Cor

Três elementos fundamentais devem estar presentes para ver-se cor: luz, um objeto iluminado e um observador. Comprimentos de ondas eletromagnéticas são classificados de acordo com a distância entre duas cristas sucessivas. Olhos humanos só são sensíveis à gama que está entre os comprimentos de onda 780 e 380 nanômetros. Um nanômetro é um bilionésimo de um metro. Estas são ondas minúsculas e situam-se em uma faixa muito especial, chamada de espectro visível ou luz visível. O espectro de cor mostra a gama de comprimentos de onda visíveis ao olho humano. A variação de comprimentos de onda da luz define as cores que nós vemos.

A radiação infravermelha com comprimento de onda mais longo, e a ultravioleta com comprimento mais curto do que o espectro visível, são imperceptíveis a olho nu, mas podem sensibilizar os filmes e os sensores digitais, mudando a tonalidade da imagem. A radiação

infravermelha tende para o vermelho e a ultravioleta para o azul. Locais nublados, com muita água, lâmpadas fluorescentes e monitores de computador emitem radiação ultravioleta. Filtros corretores podem ser utilizados.

Propriedades da Cor

A cor pode ser definida através de quatro propriedades: cor, saturação, brilho e transparência.

- ❑ Cor (Matiz): determinado pelo comprimento de onda dominante. Quando se diz que um objeto é vermelho, na verdade quer-se dizer que sua cor dominante tem esta tonalidade.
- ❑ Saturação (Croma): a saturação de uma cor transita do neutro à pigmentação intensa. Apesar de tudo poder ser vermelho, várias tonalidades podem estar presentes, da mais tênue à mais viva cor.
- ❑ Brilho (Valor): é a quantidade de luz que a cor transmite ou reflete.
- ❑ Transparência: é a “quarta dimensão” da cor.

Filtros

A busca da fotografia colorida foi uma ação demorada e árdua. Quando a fotografia foi inventada, podia-se capturar somente imagens em preto e branco. Uma evolução revolucionária foi a descoberta de *James Maxwell's*, em 1860, que utilizando filtros com as cores vermelho, azul e verde, pode obter imagens coloridas. As cores vermelho, azul e verde são chamadas de cores primárias (RGB). Em 1903, os irmãos *Lumiere* montaram o primeiro sistema comercialmente viável para fotografia colorida, criando imagens em placas de vidro, princípio precursor dos filmes coloridos. Hoje, mesmo após um século, os sensores de imagem digitais utilizam filtros, de forma semelhante (veja mais em cores x sensores, no capítulo Câmera Digital).

Temperatura da cor

O olho vem equipado com uma característica de equilíbrio automático de cor, chamado “ajuste cromático”. Ajusta as trocas de cor globais da luz, como as produzidas por fontes luminosas diferentes, mas dentro de certos limites. Um objeto reflete a luz que recebe. Esta luz pode vir de fontes bem diferentes, que podem mudar a tonalidade original, criando um grande problema para os fotógrafos e dentistas. A “temperatura” da luz emitida determina estas mudanças. Para medir a temperatura da cor, é utilizada a escala *Kelvin*, abreviado K. A luz considerada realmente branca, chamada de luz do dia, tem uma temperatura de cor entre 5200 a 5400 K. É a luz natural, da mãe natureza, proporcionada pelo sol, quando se observa um objeto

que recebe a iluminação por esta via, por volta da 12:00h, em um dia limpo, sem nuvens. Quando a temperatura de cor aumenta acima de 5400 K, a cor tende ao azul, abaixo de 5200 K, ao vermelho. Quando o sol está nascendo ou se pondo, a temperatura de cor pode cair em torno de 2000 K, tendendo fortemente ao vermelho. As melhores horas para obtenção da “luz branca ou luz do dia”, de forma natural, giram em torno das 10:00 às 14:00h.

Fontes luminosas que se acredita serem “brancas” diferem em distribuição espectral. Lâmpadas de tungstênio ou incandescentes projetam um branco amarelado com temperatura em torno de 2800 K. Lâmpadas fluorescentes, um branco esverdeado, com temperatura em torno de 4000 K. Os flash procuram reproduzir as cores em torno de 5200 a 5400 k. Os modelos de *flash* menos sofisticados com frequência podem tender a 6000 K. Para efeitos artísticos, as mudanças de cores podem até ser desejáveis, mas para a fotografia odontológica, busca-se reproduzir as cores originais.

A temperatura de cor é muito importante em duas etapas: na captura da imagem e na visualização desta, depois de capturada. Qualquer variação em uma destas duas etapas acarretará variação na tonalidade da fotografia. O ideal é capturar e visualizar utilizando iluminação com a temperatura da “luz do dia”. Correções podem ser realizadas via software, mas há a necessidade de padronização.

Para avaliação crítica da cor de imagens já obtidas, são usadas fontes luminosas unificadas especiais. Desta forma, evitam-se distorções de cores, como na avaliação de provas de cor na impressão de trabalhos gráficos.

Cor e a natureza do objeto

A cor percebida de um objeto é determinada pelos comprimentos de onda de luz que são absorvidos ou refletidos por ele. Só os comprimentos de onda refletidos alcançam os olhos do observador, e são vistos como cor. As folhas da maioria das plantas comuns absorvem vermelho, laranja, azul e violeta. Ao mesmo tempo, refletem todos os comprimentos de onda verdes e são vistos como verde e suas variações. Estas características dos objetos são chamadas de refletância espectral.

O sistema **RGB** mostra que, misturando quantias diferentes de luz das três cores primárias, quais sejam a vermelha (**Red**), o verde (**Green**) e o azul (**Blue**), todas as cores percebidas podem ser criadas. Quantias iguais de vermelho, verde e azul proporcionam a sensação de branco quando em intensidade máxima e em cinzas em intensidades menores, mas

ainda equilibradas. A ausência de todas estas cores, a sensação de preto. Este sistema é usado sempre que a luz é projetada para formar cores, no olho humano ou em um monitor de computador. A grande maioria das câmeras digitais utiliza o sistema *RGB*, através de filtros destas cores para captura de imagens.

Sistema de cor subtrativo (CMYK) - COR PIGMENTO

Embora as câmeras digitais usem o sistema de cor aditiva *RGB*, as impressoras e gráficas, que usam pigmentos, usam o sistema *CMYK*. Este sistema utiliza as três cores complementares básicas Ciano (*Cyan*), Magenta (*Magenta*) e Amarelo (*Yellow*). Quando estas três cores são combinadas em quantidades iguais o resultado é o preto, mas esta cor é adicionada à parte, para deixar o sistema subtrativo mais eficiente (o preto é abreviado como **K**, já que B é utilizado na cor primária *Blue*). O sistema de cor de subtrativo é explicado pelos objetos que são vistos por refletirem luz de uma outra fonte de iluminação, como as impressões. Isto é chamado de cor pigmento. Há ainda a cor pigmento transparente e cor pigmento opaca.

O sistema *CMYK* é usado na indústria de impressão gráfica, mas, ao se visualizar imagens *RGB* na tela do monitor, elas devem que ser convertidas para o sistema *CMYK* para aumentar a fidelidade entre visualização no monitor e resultado de impressão.

Os *minilabs* digitais não utilizam o sistema *CMYK* e sim o *RGB* para impressão.

Canais de Cor

Cada uma das três cores primárias de uma imagem é controlada independentemente no computador, sendo chamada de “um canal de cor”. Se em um canal são utilizados 8 *bits* por *pixel*, os três canais *RGB* - vermelho, verde e azul - podem ser combinados para determinar a cor em 24 *bits* por *pixel*. Uma imagem em tons de cinza (preto e branco) só tem um canal de cor, portanto ocupa só um terço de espaço de armazenamento.

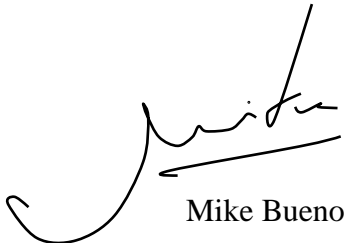
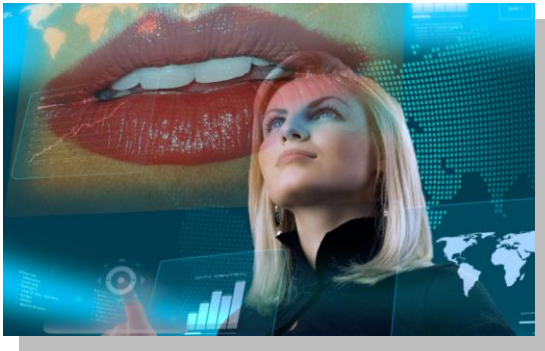
Profundidade de cor

Também chamado de intensidade de cor, profundidade de *pixel*, ou profundidade de *bit*. É a capacidade de uma imagem de apresentar cores com uma menor ou maior variação de tons. Quanto maior a profundidade, maior a variação. Quando uma imagem tem 8 *bits* por canal, são 256 cores por canal. Como são três os canais, gerando 24 *bits* por *pixel* no total (3 x 8), têm-se 16,8 milhões de cores (256 x 256 x 256 = 16,8 milhões). Esta quantidade de tons pode ser projetada nos monitores de computador atuais e é, aproximadamente (talvez pouco menos), a capacidade de discernimento do olho humano. Para tarefas de altíssima qualidade, utilizando imagens com gradações muito sutis e mais precisão de cor, é necessária a utilização de

profundidades de cor maiores, como 36 *bits*, 12 *bits* por canal *RGB*, capaz de apresentar uma imagem com 4096 cores por canal, gerando um total de 68,7 bilhões de cores.

Calibragem de monitor do computador

Trabalhar com fotografias digitais com precisão significa capturar com qualidade, exibir e imprimir com definição e exatidão de cores, mesmo com a utilização de equipamentos diferentes. Com a calibragem adequada dos equipamentos, levando-os ao acerto do perfil de cor, todos estarão falando a mesma língua, a língua da unificação, da qualidade. A calibragem de cor na câmera digital e no monitor do computador será tratada futuramente.



Mike Bueno

mikebueno.com.br

mikebueno@terra.com.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BERGEN, S. F. Color in esthetics. N.Y.S. Dent. J, v. 51, n. 8, p. 470-471, Oct. 1985.
- 2 - BERGER-SCHUNN, A. Practical Color Measurement: A Primer for the Beginner, A Reminder for the Expert, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, 1994.
- 3 - CLARK, E.B. An analysis of tooth color. J Amer Dent Ass, Chicago, v. 18, p. 2093-2103, Nov. 1931.

- 4 - GEARY, J.L; KINIRONS, M.J. Colour perception of laboratory-fired samples of body-coloured ceramic. *J Dent, Bristol*, v. 27, n. 2, p. 145-148, Feb. 1999.
- 5 - GILL, J. R. Color selection-its distribution and interpretation. *J Amer Dent Ass, Chicago*, v. 40, n. 0. p. 539-548, May. 1950.
- 6 - GOLDSTEIN, R. E. **Estética em Odontologia**. Rio de Janeiro : Guanabara
- 7 - GOLDSTEIN, R.E. Esthetic principles for ceram no-metal restorations. *Dent Clin N Amer*, v. 21, n.4, p. 803-822, Oct. 1977.
- 8 - MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan, 1998. 59p.
- 9 - PRESSWOOD, R. G. Esthetics and color: perceiving the problem. **Dent. Clin. N. Amer.**, México, v. 21, n. 4, p. 823-829, Oct. 1977.
SALESKI, C. G. Color, light, and shade matching. **J. Prosth. Dent.**, St Louis, v. 27, n.3, p. 263-268, Mar. 1972.
- 10 - VAN DER BURGT, T. P. et al. A new method for matching tooth colors with color standards. **J. Dent. Res.**, v. 64, n. 5, p. 837-841, May. 1985.